

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

27.02.2004



RECEIVED	
16 MAR 2004	
WIPO	PCT

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 58 685.3

**Anmeldetag:** 13. Dezember 2002

**Anmelder/Inhaber:** Werth Messtechnik GmbH, 35394 Gießen/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zum Messen einer Kontur

**IPC:** G 01 B 11/03

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 17. Februar 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Remus

**PRIORITY  
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Werth Messtechnik GmbH  
Siemensstr. 19  
35394 Gießen

## Beschreibung

### Verfahren zum Messen einer Kontur

- 10 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum scannenden Messen einer Kontur eines Werkstücks.

Das Erfassen von Konturen zur Messung von Werkstückgeometrien ist eine der typischen Aufgaben von Koordinatenmessgeräten. Es liegt das Problem zu Grunde, dass Konturen von Werkstücken mit Sollkonturen verglichen bzw. zur Steuerung von Werkzeugmaschinen für das Kopieren von Teilen herangezogen werden sollen. Es ist gleichfalls erforderlich, Meister Teile mit weiteren gefertigten Teilen aus diesem Wege zu vergleichen. Hierzu Verwendung finden derzeit Verfahren mit sogenannten messenden Tastsystemen, bei denen mit einem Taster kontinuierlich oder schrittweise die gesuchte Werkstückkontur abgefahren und so Messpunkte erfasst werden. Der Nachteil des Verfahrens liegt darin, dass filigrane Konturen auf Grund der relativ hohen notwendigen Größe der Tastelemente nur begrenzt scannbar sind. Es sind ferner Verfahren bekannt, bei denen mittels optoelektronischer Bildverarbeitung Konturen im Durch- oder Auflichtverfahren gescannt werden. Der Nachteil dieser Verfahren liegt darin, dass nur jeweils die oberen Kanten von Konturen gemessen werden können, nicht jedoch z.B. die Kontur in der Mitte der Flanke eines Objektes wie Zahnrades.

Für das Messen filigraner 3D-Objekte sind taktile optische Taster bekannt, wie diese in der EP 0 988 505 offenbart sind. Auf Grund des Wirkprinzips lassen sich hiermit extrem kleine Tasterkonfigurationen realisieren. Der Einsatz solcher Taster für Scanningverfahren ist auf Grund des flexiblen Verhaltens der Tasterstifte nicht immer optimal möglich. Ein Regeln des für das Scanning erforderlichen Abfahrens der Teilekontur ist auf Grund der springenden Messergebnisse der Mikrotaster (z.B. in Folge von Stick-Slip-Effekten) nur schwierig realisierbar.

Aus dem Sonderdruck „Kontrolle 5/94“, Werth Messtechnik GmbH, Gießen, ist ein fotoelektronisches Kontur-Scanning bekannt, bei dem eine CCD-Kamera zum Einsatz gelangt, wodurch pro Antastvorgang mehrere Tausend Messpunkte aufgenommen werden können.

Der vorliegenden Erfindung liegt das Problem zu Grunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art so weiterzubilden, dass mit hoher Präzision die Kontur eines Objektes präzise insbesondere auch im Flankenbereich gemessen werden kann.

Erfindungsgemäß wird das Problem im Wesentlichen dadurch gelöst, dass die Kontur mittels eines Tasters und einem diesem zugeordneten optischen Sensor opto-taktil gemessen wird und dass der Taster in Bezug auf seine Bewegung entlang der Kontur mittels eines Bildverarbeitungssensors gesteuert wird.

Erfindungsgemäß wird ein Verfahren beschrieben, mit taktil-optischen Mikrotastern ein Scanning dadurch zu realisieren, dass für die eigentliche Scan-Bewegung, d.h. die Bewegung des Tasters die Verfahrensweisen eines Bildverarbeitungsscanners herangezogen werden. So wird die Kontur des zu messenden Objektes mittels Bildverarbeitungsscanning verfolgt. Die eigentlichen Messpunkte werden durch gleichzeitig bzw. seriell anschließende Messungen mit einem oder mehreren taktil-optischen Tastern realisiert. Es lassen sich somit die Vorteile des kontinuierlichen Bildverarbeitungsscannings mit den Vorteilen der Messbarkeit von Flanken an Messobjekten mittels taktil-optischer Taster für filigrane Strukturen realisieren.

Insbesondere wird das Verfahren auf einem Koordinatenmessgerät durchgeführt, wobei die Regelung bzw. Steuerung des Scanvorganges des Koordinatenmessgerätes über den Bildverarbeitungssensor und die Erfassung der Messpunkte über einen taktil-optischen Taster realisiert werden.

5

In bevorzugter Ausführungsform wird für die Konturverfolgung mit dem Bildverarbeitungssensor und das Messen der Messpunkte mit dem taktil-optischen Sensor die gleiche Bildverarbeitungsoptik, Kamera und Elektronik verwendet.

10

Ferner besteht die Möglichkeit, für die Konturverfolgung mit dem Bildverarbeitungssensor einen separaten optischen Strahlengang zu verwenden.

Des Weiteren können der Bildverarbeitungssensor und der taktil-optische Sensor so in einem Strahlengang integriert werden, dass für beide Sensoren angepaßte unterschiedliche

15

Vergrößerungen erzielt werden.

Die Konturverfolgung mit dem Bildverarbeitungssensor kann im Durchlicht oder im Auflicht erfolgen, wobei gleichzeitig die Messung mit dem opto-taktilen Sensor alternativ im Durchlicht- oder Auflichtmodus erfolgt.

20

Sofern ein Taster mit einem kugelförmigen Tastelement verwendet wird, kann die für die Tastkugelkorrektur erforderliche Antastrichtung des taktil-optischen Tasters aus der Bildverarbeitungskonturverfolgung generiert werden.

25

Ferner können sich die für die Konturverfolgung eingesetzten Bildverarbeitungsfenster überlappen.

30

Eine Konturverfolgung können mit einem Bildverarbeitungsscanner erfolgen und in vorher definiertem Abstand zu der so verfolgten Kontur mit einem weiteren Abstandssensor die Höhe des Messobjektes erfaßt werden.

Die Bildverarbeitungssensorik selbst kann auf der Grundlage eines mit einem Abstandssensor ermittelten Messwertes scharf gestellt werden, wobei als Abstandssensor ein Laserabstandssensor zum Einsatz gelangen kann, der seinerseits gegebenenfalls in den Strahlengang des Bildverarbeitungssensors integriert wird.

5

Insbesondere ist vorgesehen, dass zuerst mit einem Sensor eine Kontur in einer Ebene gescannt wird und dann mit einem weiteren Sensor die Dritte Koordinate zu dieser Kontur (Ebene) oder zu einer hierzu im Versatz befindlichen Kontur gescannt wird, wobei die Messpunkte der ersten Kontur die Verfahrenswege definieren.

10

Ferner kann eine Scan-Ebene im Vornhinein in Werkstückkoordinaten definiert und der Abstandssensor in dieser Ebene so verfahren werden, dass der Abstandswert eine Konstante ist, wobei das Verfahren nicht in Achsrichtung des Sensors erfolgt.

15 Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich nicht nur aus den Ansprüchen, den diesen zu entnehmenden Merkmalen – für sich und/oder in Kombination –, sondern auch aus der nachfolgenden Beschreibung eines der Zeichnung zu entnehmenden bevorzugten Ausführungsbeispiels.

20 In einzigen Figur ist rein prinzipiell eine Werkstückkontur 1 dargestellt, die mit einem kombinierten opto-taktilen Taster 2 und einem Bildverarbeitungssensor 3 gescannt wird.

Das Verfolgen der Werkstückkontur erfolgt in Scan-Richtung 6 durch Aneinanderreihen verschiedener Bildverarbeitungspositionen, die aus dem Konturverlauf im jeweils aktuellen Bildverarbeitungsfenster ermittelt werden. Es wird hierzu im Beispiel im Auflicht eine Kontur parallel der zu messenden Kontur gescannt 4. Die Messpunkte an der eigentlich zu messenden Kontur werden mit einem taktil-optischen Taster gleichzeitig aufgenommen 5. Dabei erfolgt das opto-taktile Messen in einer Art, wie dieses z.B. in der EP 0 988 505 B1 beschrieben ist, auf dessen Offenbarung ausdrücklich Bezug genommen wird.

## 5 Patentansprüche

1. Verfahren zum scannenden Messen einer Kontur eines Werkstücks,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Kontur mittels eines entlang dieser bewegten Tasters und einem diesem zugeordneten optischen Sensor opto-taktil gemessen wird und dass die Bewegung des Tasters entlang der Kontur mittels eines Bildverarbeitungssensors gesteuert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass zum scannenden Messen der Werkstückkontur sowohl die Messergebnisse eines taktil-optischen Tasters als auch die eines Bildverarbeitungssensors herangezogen werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Messvorgang auf einem Koordinatenmessgerät durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Regelung des Scan-Vorganges des Koordinatenmessgerätes über den Bildverarbeitungssensor und die Erfassung der Messpunkte über einen taktil-optischen Taster realisiert wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass für die Konturverfolgung mit dem Bildverarbeitungssensor und das Messen  
der Messpunkte mit dem taktil-optischen Taster die gleiche Bildverarbeitungsoptik,  
5 Kamera und Elektronik verwendet wird.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass für die Konturverfolgung mit dem Bildverarbeitungssensor ein separater opti-  
10 scher Strahlengang verwendet wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass Bildverarbeitungssensor und taktil-optischer Taster so in einem Strahlengang  
15 integriert werden, dass für beide Sensoren angepasste unterschiedliche Vergrößerungen erzielt werden.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 dass die Konturverfolgung mit dem Bildverarbeitungssensor im Durchlicht oder im Auflicht erfolgt, wobei gleichzeitig die Messung mit dem taktil-optischen Sensor alternativ im Durchlicht oder Auflichtmodus erfolgt.
9. Verfahren nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche,  
25 dadurch gekennzeichnet,  
dass die für die Tastkugelkorrektur erforderliche Antastrichtung des taktil-optischen Tasters aus der Bildverarbeitungskonturverfolgung generiert wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
30 dadurch gekennzeichnet,  
dass sich die für die Konturverfolgung eingesetzten Bildverarbeitungsfenster überlappen.

11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Konturverfolgung mit einem Bildverarbeitnsscanner erfolgt und in vorher  
5 definiertem Abstand zu der so verfolgten Kontur mit einem weiteren Abstandssen-  
sor die Höhe des Messobjektes erfasst wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
10 dass die Bildverarbeitungssensorik auf der Grundlage eines mit einem Abstandssen-  
sor ermittelten Messwertes scharf gestellt wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
15 dass als Abstandssensor ein Laserabstandssensor zum Einsatz kommt.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 dass der Laserabstandssensor im Strahlengang des Bildverarbeitungssensors inte-  
griert wird.

15. Verfahren zum Scannen von Werkstückkonturen,  
dadurch gekennzeichnet,  
25 dass zuerst mit einem Sensor eine Kontur in einer Ebene gescannt wird und dann  
mit einem weiteren Sensor die dritte Koordinate zu dieser Kontur oder zu einer  
hierzu im Versatz befindlichen Kontur gescannt wird, wobei die Messpunkte der  
ersten Kontur die Verfahrenswege definieren.

30

16. Verfahren zum Scannen einer Kontur mit Abstandssensoren,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass eine Scanebene im Vorhinein in Werkstückkoordinaten definiert wird und der  
Abstandssensor in dieser Ebene so verfährt, dass der Abstandswert eine Konstante  
ist, wobei das Verfahren nicht in Achsrichtung des Sensors erfolgt.

5